

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: X2010230475

UDC _____

廈門大學

工 程 碩 士 學 位 論 文

面向服务的事件引擎的研究与应用

Research and Application of Service-Oriented Event Engine

钟 馨

指 导 教 师: 张仲楠 副教授

专 业 名 称: 软 件 工 程

论文提交日期: 2013 年 4 月

论文答辩日期: 2013 年 5 月

学位授予日期: 2013 年 月

指 导 教 师: _____

答辩委员会主席: _____

2013 年 4 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ☒ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘 要

大规模分布式环境中，事件引擎及其相关技术为分布式系统间的多对多的通讯提供了有效的解决方案。然而目前事件引擎仍然面临着如何提高事件的分发效率和如何增强事件引擎对异构系统的兼容性两大挑战。本文针对上述问题，设计并实现了一个面向服务的事件引擎。

首先，本文提出一种面向服务的事件引擎，通过基于服务的定点路由技术来增强事件的分发效率，通过 Web 服务技术来增强事件引擎对异构系统的兼容性。具体而言，本文为面向服务的事件引擎做了四方面工作：（1）扩展了一种能够适用于服务环境下的发布订阅模型；（2）扩展了事件和主题的描述方法；（3）提出一种通过服务序列来描述路由策略的方法；（4）描述如何通过本文提出的方法进行事件路由。

其次，本文对提出的面向服务的事件引擎给出了一个可行的实现。实现的事件引擎是基于面向服务的架构（SOA），并且使用 ActiveMQ 实现主题的发布订阅，使用 Camel 来完成事件的路由。实现的事件引擎具有可扩展性强，能够直接运用于 Web 服务环境中进行系统集成等特点。

最后引入汽车制造执行系统（MES）中的物料供应为案例，介绍了事件引擎的具体使用方法。并将传统实现方案和引入事件引擎后的方案进行对比，展示事件引擎在解决分布式系统集成时的重要性。

关键词：事件引擎；SOA；MES

Abstract

In large-scale distributed environment, the event engine and its related technologies provide an effective solution for the many-to-many asynchronous communication among distributed systems. However, the event system still faces two challenges--how to improve the distribution efficiency of event and how to enhance the compatibility between event system and heterogeneous system. To counter these problems, this paper makes a further research on the service-oriented event engine.

At first, this paper proposes a service-oriented event engine which enhances the distribution efficiency of event through the service-based fixed-point routing technology, the compatibility of the event engine for heterogeneous system through web service technology. Concretely speaking, this paper researches on service-oriented event engine in four aspects : (1) extends a publish/subscribe model applicable to the service environment; (2) extends the description methods of the event and theme Topic; (3) proposes a method to describe the routing strategy through a service sequence; (4) describes the proposed method for event routing.

Then, thesis gives a feasible implementation for the service-oriented event engine. Based on the SOA, the achieved event engine uses ActiveMQ to realize the publish/subscribe of theme, and uses Camel to complete the routing of event. With the characteristics of strong scalability, the achieved event engine can also be directly applied to system integration in the Web service environment.

At last, reference to the supply of materials in the automobile manufacturing execution engine, this paper introduces a detailed using method of the event system, makes a comparison between traditional programs and the event engine program, and high-lights the importance of the event system to solve the distributed system integration.

Key Words: Event Engine; SOA; MES

厦门大学博士论文摘要库

目 录

第一章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究内容	2
1.3 论文结构	3
第二章 相关技术概述	4
2.1 事件引擎	4
2.1.1 事件引擎概述	4
2.1.2 基本概念	5
2.1.3 基于主题的事件引擎	6
2.1.4 基于内容的事件引擎	7
2.2 事件引擎的通讯模型	7
2.2.1 点到点模型	8
2.2.2 发布订阅模型	9
2.3 事件引擎的路由算法	11
2.3.1 常见的事件路由算法	11
2.3.2 基于内容的路由算法	12
2.4 汽车 MES	12
2.5 本章小结	13
第三章 面向服务的事件引擎的分析	14
3.1 概述	14
3.2 通讯模型	15
3.3 事件模型	16

3.3.1 事件模型概述	16
3.3.2 事件的元数据	17
3.4 订阅模型.....	19
3.4.1 主题的元数据	19
3.4.2 路由策略概述	21
3.4.3 路由策略的元数据	23
3.5 路由模型.....	24
3.5.1 事件路由过程	25
3.5.2 事件路由服务	26
3.6 本章小结.....	28
第四章 面向服务的事件引擎的设计实现	30
4.1 事件引擎的需求分析.....	30
4.2 事件引擎的概要设计.....	32
4.2.1 事件引擎的整体架构	32
4.2.2 事件引擎的包的层次结构.....	34
4.2.3 事件引擎的对外接口	36
4.2.4 事件引擎的配置文件结构.....	38
4.3 事件引擎的详细设计.....	39
4.3.1 主题创建	39
4.3.2 主题订阅	40
4.3.3 事件发布	41
4.4 事件引擎关键部分的实现.....	42
4.4.1 MQ 适配器的实现.....	42
4.4.2 Camel 适配器和路由处理器的实现	44
4.4.3 事件校验和的计算	45
4.5 本章小结.....	47

第五章 事件引擎在汽车制造执行系统中的应用	48
5.1 案例概述	48
5.2 案例分析	51
5.3 应用场景设计与实现	51
5.3.1 案例流程设计	51
5.3.2 案例服务设计	52
5.3.3 核心实现	53
5.4 事件引擎实现的对比分析	56
5.5 评估	57
5.6 本章小结	58
第六章 总结与展望	59
6.1 总结	59
6.2 展望	59
参考文献	61
致 谢	63

厦门大学博硕士论文摘要库

Contents

Chapter 1 Introduction	1
1.1 Research Background	1
1.2 Research Contents	2
1.3 Structure of Paper	3
Chapter 2 Summarization on related Technology	4
2.1 Event Engine	4
2.1.1 Summarization of Event Engine	4
2.1.2 Basic Concept	5
2.1.3 Event Engine based on Topic	6
2.1.4 Event Engine based on Content	7
2.2 Communication Model of Event Engine	7
2.2.1 P2P Model	8
2.2.2 Publish-Subscribe Model	9
2.3 Routing Algorithm of Event Engine	11
2.3.1 Common Event Routing Algorithm	11
2.3.2 Content-based Routing Algorithm	12
2.4 MES for Automobile	12
2.5 Summary	13
Chapter 3 Analysis for Event Engine	14
3.1 Outline	14
3.2 Communication Model	15
3.3 Event Model	16
3.3.1 Summarization of Event Model	16
3.3.2 Event Metadata	17
3.4 Subscription Model	19
3.4.1 Subjects Metadata	19

3.4.2 Overview of Routing Policy	21
3.4.3 Metadata of Routing Policy.....	23
3.5 Routing Model	24
3.5.1 Process of Event Routing.....	25
3.5.2 Service of Event Routing.....	26
3.6 Summary	28
Chapter 4 Design and Implementation of Event Engine	30
4.1 Requirement Analysis	30
4.2 Overall Design.....	32
4.2.1 Overall Structure	32
4.2.2 Hierarchical Structure of Package.....	34
4.2.3 External Interface.....	36
4.2.4 Structure of Configuration.....	38
4.3 Detailed Design	39
4.3.1 Topic Creation.....	39
4.3.2 Topic Subscriptions.....	40
4.3.3 Event Publishing	41
4.4 Implementation of Key Parts.....	42
4.4.1 Implementation of MQ Adapter	42
4.4.2 Implementation of Camel Adapter and Route Processor	44
4.4.3 Event Checksum Calculation	45
4.5 Summary	47
Chapter 5 Application of Event Engine in Automobile MES.....	48
5.1 Outline of Case.....	48
5.2 Analysis of Case.....	51
5.3 Design and Implementation of Application Scenarios	51
5.3.1 Case Process Design	51
5.3.2 Case Service Design	52

5.3.3 Core Implementation	53
5.4 Comparative Analysis	56
5.5 Evaluation	57
5.6 Summary	58
Chapter 6 Conclusions and Prospects	59
6.1 Conclusions.....	59
6.2 Prospects	59
References.....	61
Acknowledgements	63

厦门大学博士论文摘要库

第一章 绪论

1.1 研究背景

随着社会信息化、网络化的不断发展，现代企业应用系统的分布性、异构性和自治性也日趋明显，如何构建一个安全的、可靠的、可扩展性强的分布式平台是学术界和工业界共同关注的焦点问题。

尽管传统的 CORBA^[1]、RMI^[2,3]等中间件系统能够在一定程度上解决分布式应用系统间的通讯问题^[2]。但这些基于调用的中间件系统采用的是请求-应答模式，由于受网络带宽和系统性能的限制，只能在基于局域网的分布式环境中得到较好的应用^[4]，无法应对基于 Internet 的分布在世界各地的成千上万个规模巨大的分布式应用实体。在大规模分布式环境当中，事件机制及其处理技术为分布式系统间的多对多的异步通讯提供了有效的解决方案^[3,5,6]。当前，围绕事件通信机制、事件路由算法、事件过滤技术、复杂事件检测技术等方面的研究，是研究的热点^[7]。

事件引擎是事件驱动的分布式应用系统中的核心组件，它提供事件通道来接收各种事件，并将事件派发给系统的相应组件。事件引擎提供同步事件通道和异步事件通道，事件通道用来接收应用层（如前台应用）或其他系统或组件产生的事件。目前，现有的应用比较广泛的事件引擎可以分为 2 类：

（1）基于主题的事件引擎，代表性产品有 HornetQ，JOARM，OpenJMS，ActiveMQ 等；

（2）基于内容的事件引擎，又可以分为基于 Map 的和基于 XML 的事件引擎，其中基于 Map 有 Gryphon^[8]，SIENA^[9]，JEDI^[10]和 Rebeca^[11]等，基于 XML 的有 XFilter^[12]，XTrie^[13]，WebFilter^[14]和 MatchMaker^[15]等。

然而这些事件引擎都存在以下不足：

（1）基于主题的事件引擎简单实用，但是订阅的表达能力弱，无法按照事件的具体内容来实现订阅功能；

（2）基于内容的事件引擎能够按照事件的具体内容来实现订阅功能，但是需要由中间件本身提供对事件的路由和过滤，增加了事件引擎的负载，影响整体

性能。另外，基于内容的事件引擎中对符合要求的事件的表达多采用 XPath 和基于键值对的属性表达式来完成，这相对于程序语言本身而言表达能力较弱；

(3) 这些事件引擎对外都是以 API 的方式提供服务，并不直接提供 Web 服务，无法直接在 Web 服务环境中使用。

在事件引擎中，发布订阅模型是目前最成熟使用最为广泛的通讯模型[16]，它提供了一种在发布者和订阅者之间进行异步的、匿名的、多对多的通信模式，从时间、空间和控制流上对发布者和订阅者进行了解耦，从而保证了整个应用系统的实时性和可扩展性^[17,18]。

基于以上背景，本文将对 Web 服务环境下基于发布订阅模式的事件引擎进行研究，并在此基础上提出了一种面向服务的事件引擎，并对提出的事件引擎给出了一个实现。本文实现的事件引擎具有以下三方面特点：

(1) 事件引擎使用的是主题+内容的混合模式来对事件进行划分；

(2) 事件引擎使用服务序列来描述订阅策略，将事件的匹配功能从事件引擎中分离出来，交由实现了事件路由接口的事件路由服务来完成，增加了系统性能和系统的可配置性和可扩展性；

(3) 事件引擎对外提供的是 Web 服务，因此可以直接运用于 Web 服务环境中构建分布式应用系统。

1.2 研究内容

本文将基于现阶段比较成熟的发布订阅模型，研究一种能够适用于 Web 服务环境的基于服务路由的事件引擎，并基于 ActiveMQ、Camel、Spring、Hibernate 等开源工具给出了事件引擎的一个简单实现。具体而言，本文的研究工作包含以下三方面：

(1) 借鉴现有的事件引擎，提出了一个简洁的适用于 Web 服务环境的基于服务路由的事件引擎，事件引擎包含通讯模型、事件模型、订阅模型和路由模型 4 个部分；

(2) 基于目前流行的 ActiveMQ、Camel 等开源框架，对提出的事件引擎给出了一个可行实现。事件引擎能够支持主题的创建、事件的发布和订阅，实现了基于内容+主题的混合模式的事件路由，具体的路由策略由订阅主题的订阅者提

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库